

Н.Н. Мазанова, Ж.Ю. Горелова, Е.М. Васильева, М.И. Баканов,
Т.А. Летучая, А.Н. Плац-Колдобенко

ДИНАМИКА ЭКСКРЕЦИИ АМИНОКИСЛОТ У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ ПРИ ИСПОЛЬ- ЗОВАНИИ НОВОГО МОЛОЧНОГО ПРО- ДУКТА «ФОРМУЛА РОСТА СТАНДАРТ»

УДК 613.2/.3

Проведены исследование содержания аминокислот в моче и оценка эффективности продукта «Формула Роста Стандарт» в питании учащихся. Показано, что недостаток, особенно незаменимых, аминокислот в организме замедляет рост, умственную работоспособность, развитие и гормональное созревание организма. Особенно это важно в пубертатный период. На изменение усвояемости аминокислот, безусловно, влияют минералы и витамины, содержащиеся в продукте «Формула Роста Стандарт». Введение специализированного продукта с данным составом аминокислот в сочетании с минералами и витаминами привело к увеличению роста и массы тела, что свидетельствует об эффективности его использования у школьников.

Ключевые слова: amino acids, children with growth retardation, specialized dairy products.

The investigation of the content of amino acids in the urine and assessment of the effectiveness of the product «Formula Growth Standard» in the nutrition of students was done. It is shown that the lack of, especially essential, amino acids in the body slows down growth, mental capacity, development and hormonal maturation of the organism. This is especially important during adolescence. The minerals and vitamins contained in the product «Formula Growth Standard» undoubtedly affect the change in the digestibility of amino acids. The introduction of a specialized product with the composition of amino acids in combination with vitamins and minerals resulted in an increase in height and weight, which indicated the efficiency of its use among schoolchildren.

Keywords: amino acids, children with growth retardation, specialized dairy products.

Введение. Правильно организованное питание очень важно для нормального физического и нервно-психического развития школьника. С пищей ребенок должен получать вещества, необходимые для построения тканей – белки, жиры, углеводы, минеральные соли, витамины [4]. Аминокислоты (АК) являются основным строительным материалом каждой живой клетки. АК – важнейшие компоненты продуктов растительного и животного происхождения, которые играют большую роль в обмене веществ в организме: при формировании белков и пептидов, в биохимическом синтезе витаминов, гормонов, ферментов. Особенно важную роль АК играют в формировании растущего организма и у подростков, вступивших в пубертатный период [5]. На долю мышечной ткани приходится 50% общего количества свободных АК. Поддержание постоянных концентраций аминокислот в период между при-

емами пищи зависит от того, насколько сбалансировано питание ребенка в школе и дома. Важное значение имеет качество поступающего белка.

До настоящего времени аминокислотный анализ в клинической диагностике применяется, главным образом, для обнаружения наследственных заболеваний и нарушений обмена веществ. Вместе с тем изучение аминокислотного состава мочи имеет большое значение, особенно в медицине, фармацевтике. Аминокислотный анализ дает точное значение содержания АК в белке, тогда как определение белка по количеству азота может приводить к искажению результатов [1]. **Цель работы** – исследовать содержания АК в моче и оценить эффективность молочного продукта «Формула Роста Стандарт» в питании учащихся.

Материалы и методы исследования. В исследовании принимали участие 58 школьников 12–13 лет, находившихся на обучении в школе здоровья № 1998 «Лукоморье» г. Москвы. Среди обследуемых детей были выделены 3 группы: 1-я – 20 чел. (с нормальной массой тела) получали молоко «Формулу Роста Стандарт», 2-я (контрольная) – 10 детей, не получали «Формулу Роста Стандарт». 3-я – 14 детей (со сниженной массой тела) были обследованы в динамике: до и спустя 1 мес. после начала приема продукта «Формула Роста Стандарт» (табл.1).

У детей, участвовавших в исследовании, проводили анализ суточ-

ной мочи на аминокислотный спектр. Собирали мочу по общепринятым правилам. Порцию мочи подкисляли сульфосалициловой кислотой (SSA) и оставляли в холодильнике для стабилизации аминокислот в образце. После ее центрифугировали 10 мин при 3000 g оборотах в центрифуге с охлаждением фирмы «Beckman Coulter» (США). Супернатант разводили раствором для разведения проб в соотношении 1:1. Готовую пробу 1 мл помещали в аминокислотный анализатор фирмы «KNAUER» (Германия). В автоматическом аминокислотном анализаторе происходит реакция АК с нингидрином, при этом интенсивность окраски прямо пропорциональна количеству АК в данном образце. Принцип метода основан на жидкостной тандемной хромато-масс-спектрометрии. Значения показателей АК в моче выражаются в моль/моль креатенина.

Результаты и обсуждение. При сравнении данных анализов мочи подростков 1-й и 2-й групп (табл.2) установлено, что у получавших продукт отмечено снижение экскреции с мочой таких АК, как аспарагиновая кислота, глутаминовая кислота, аланин, валин, изолейцин, фенилаланин, гомоцистеин, аргинин. Это может свидетельствовать о лучшем усвоении АК организмом под влиянием микроэлементов и витаминов, входящих в состав специализированного молочного продукта.

Экскреция АК с мочой была выше у

НИИ педиатрии им. Г.Н. Сперанского, ФГБНУ «НЦЗД» РАН: **МАЗАНОВА Наталья Николаевна** – м.н.с., mazanova@nczd.ru, **ВАСИЛЬЕВА Елена Михайловна** – д.б.н., в.н.с., vasilieva@nczd.ru, **БАКАНОВ Михаил Иванович** – проф., зав. лаб., bakanov@nczd.ru; НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков (Москва): **ГОРЕЛОВА Жанетта Юрьевна** – д.м.н., проф., зав. лаб., nczdler@mail.ru, **ЛЕТУЧАЯ Татьяна Анатольевна** – н.с., niigd-nczd@mail.ru, **ПЛАЦ-КОЛДОБЕНКО Александр Николаевич** – к.м.н., с.н.с., niigd-nczd@mail.ru.

Таблица 1

Состав молочного продукта «Формула Роста Стандарт»

Состав	На 100 мл продукта	Взаимосвязь составляющих активных веществ с функциями организма
Вит А, мг-экв	56	
Вит Д, мг	0,3	
Вит Е, мг	0,8	
Вит С, мг	4,4	
Вит В1, мг	80	
Вит В2, мг	90	
Ниацин, мг	1,0	Нормализует холестерин в крови, из триптофана организм восполняет нехватку ниацина.
Пантотеновая кислота, мг	490	Принимает участие в метаболизме углеводов, белков и жиров, важна для поддержания и восстановления клеток тканей, вовлечена в реакции, которые обеспечивают энергией клетку.
Вит В6, мг	120	Недостаток лейцина и валина в организме зависит от нехватки вит В6.
Вит В12, мг	0,2	Связан с обменом фолиевой кислоты. Недостаток приводит к мегалобластной анемии.
Фолиевая кислота, мг	19	В превращении серина и глицина главную роль играют ферменты, коферментами которых служат производные фолиевой кислоты. Недостаток приводит к развитию мегалобластной анемии.
Биотин, мг	4,5	Кофермент для фермента карбоксилазы, участвующих в синтезе жирных кислот, изолейцина и валина, и в глюконеогенезе. Дефицит биотина проявляется в выпадении волос (облысении), возможно развитие конъюнктивита, чешуйчатого дерматита. Характерные высыпания на лице - красная сыпь вокруг рта, носа, глаз и половых органов. Неврологические симптомы – депрессия, апатия, галлюцинации, онемение и покалывание в конечностях.
Холин, мг	22	Для образования глицина используется холин и серин.
Таурин, мг	12,5	Является аминокислотой. Снимает раздражительность, тревожность, агрессивность, способствует развитию ЦНС у детей, уменьшает судорожную готовность, компенсирует сердечную недостаточность и аритмию.
Карнитин, мг	20	Источник энергии для мышечной ткани, также увеличивает переработку жира в энергию и предотвращает отложение жира в организме, усиливает антиоксидантное действие витаминов С и Е. Недостаток ведет к дистрофии, нарушению сознания, появляются боли в сердце, слабость в мышцах.
Инозитол, мг	23	Участвует в синтезе белка, аминокислоты метионина (где является поставщиком метильных групп), необходим для роста мышц и костной ткани, особенно важен для детей и подростков. Дефицит приводит к ухудшению зрения, задержке гормонального созревания, а в дальнейшем и к бесплодию.
Натрий, мг	78	
Калий, мг	123	
Кальций, мг	74	
Фосфор, мг	53	Участвует в работе ферментов, которые обеспечивают энергетически благоприятные условия для протекания реакции. Участвует в образовании фосфосерина, который затем фосфорилируется, образуя серин.
Магний, мг	22	Принимает участие в синтезе аспарагиновой кислоты. Является активным участником в работе более 300 ферментов, в том числе дыхательных, мембранного транспорта.
Железо, мг	0,8	Для построения гемоглобина (железо+АК (гистидин)+кислород). АК цистеин, гистидин, лизин повышают усвояемость Fe.
Цинк, мг	0,8	Дефицит Zn приводит к нарушению синтеза белка, карликовости, оволосению, может вызвать акродерматит, псориаз, анемию, задержку полового созревания. Выделение элемента зависит от цистеина и гистидина.
Медь, мг	100	Недостаток Cu вызывает дефицит двукратного усиления перекисных процессов, нарушение транспорта АТФ. Медь необходима для мобилизации Fe из тканевых депо. При дефиците Cu повышается содержание холестерина, триглицеридов, увеличивается вероятность возникновения ИБС. АК глицин, гистидин, лизин регулируют поступление Cu в клетки.
Марганец, мг	100	Имеет жизненно важное значение для функции мозга и в остеогенезе. Необходим для нормальной секреции инсулина. Взаимодействует с холином Se – мощный антиоксидант, обладает антиканцерогенным действием, улучшает сердечно-сосудистую деятельность.
Хлориды, мг	112	
Йод, мг	8,0	
Хром, мг	2,2	Играет определенную роль в липидном обмене, недостаток его может привести к развитию атеросклероза, участвует в обмене нуклеиновых кислот.
Молибден, мг	3,8	
Селен, мг	3,8	

подростков, не получавших молочного продукта, что может свидетельствовать о недостаточной усвояемости этих АК у детей и подростков в период активного роста (и/или у детей с задержкой роста, возможно связанной также с дефицитом микроэлементов и витаминов). Известно, что валин является источником энергии для клеток мышц, влияет на уровень серотонина в организме. При недостаточном поступлении витамина B6 снижается уровень валина в организме. Недостаток валина в организме в свою очередь приводит к расстройству координации движений, гиперестезии [3]. При малом содержании в организме изолейцина появляется сонливость, может понижаться уровень сахара в крови (гипогликемия), а при дефиците, как следствие, теряется мышечная масса, поражаются почки и щитовидная железа. Глицин необходим для образования соединительной ткани. При недостатке глицина соединительная ткань ослабевает. Он участвует в работе головного мозга и всей нервной системы. При недостатке глицина появляется раздражительность, необоснованная тревога, повышенная возбудимость и раздражительность. Фенилаланин ускоряет выработку белка, способствует выводу продуктов метаболизма печенью и почками, контролирует скорость обмена веществ в организме и многие другие процессы, также участвует в образовании заменимой АК – тирозина. Кроме того, фенилаланин участвует в образовании гормонов щитовидной железы, что особенно важно в подростковый период у школьников.

В группе школьников, не получавших специализированный продукт, была снижена экскреция с мочой лейцина. Основное назначение лейцина – это строительство и рост мышечной ткани, образование белка в мышцах и печени. Лейцин препятствует разрушению белковых молекул, также может служить энергетическим источником для организма. Недостаток лейцина – результат плохого питания или нехватки витамина B6 в организме. Понижение экскреции этих АК может свидетельствовать об общем дефиците АК у этих детей.

В третьей группе подростков (с дефицитом массы тела) проводили исследование экскреции АК с мочой до и спустя 1 мес. после приема «Формула Роста Стандарт» (табл.3). Установлено, что дополнительное включение в рацион детей продукта «Формула Роста Стандарт» приводило к изменению экскреции большинства АК, особенно незаменимых.

Таблица 2

Влияние приема продукта «Формула Роста Стандарт» на экскрецию АК

Аминокислота	Группа 1, М±m	Группа 2, М±m	Показатель достоверности
Аспарагиновая кислота	0,5±1,5	1,02±0,1	p ≤ 0,1
Треонин	10,8±0,8	9,1±0,9	-
Серин	24,5±4,0	23,0±1,5	-
Глутаминовая кислота	5,5±0,8	6,7±0,3	P ≤ 0,1
Глутамин	144,0±13,8	158,2±10,2	-
Аланин	16,7±1,9	19,8±1,9	P ≤ 0,1
Валин	3,4±0,4	4,1±0,3	p ≤ 0,1
Цистеин	4,4±0,7	4,6±0,4	-
Метионин	2,5±0,3	1,9±0,2	-
Изолейцин	2,8±0,5	4,6±0,4	p ≤ 0,05
Лейцин	6,6±0,9	2,8±0,1	p ≤ 0,05
Тирозин	9,9±0,9	11,1±1,4	-
Фенилаланин	5,5±0,4	6,8±0,3	p ≤ 0,01
Гомоцистеин	1,0±0,4	3,5±1,6	p ≤ 0,05
Этаноламин	32,1±2,6	30,9±1,6	-
Триптофан	4,8±0,4	5,8±0,5	-
Орнитин	2,5±0,4	2,8±0,4	-
Лизин	15,8±3,3	9,0±1,8	p ≤ 0,05
Гистидин	103,7±24,8	53,9±8,2	p ≤ 0,05
Аргинин	119,3±31,0	161,5±29,0	p ≤ 0,05
Глицин	77,4±11,2	68,0±14,0	-

Отмечено достоверное повышение усвояемости незаменимых АК: метионина, лейцина, лизина, непосредственно участвующих в росте костей и увеличении мышечной массы организма. Метионин, как известно, помогает интенсивно растущему организму справиться с извлечением запасов энергии из жиров и обеспечивает нормальную работу печени. При недостатке метионина в организме ускоряются развитие атеросклероза, надпочечниковая недостаточность, дефицит холина и адреналина. Лейцин, кроме того, препятствует понижению уровня серотонина, в результате чего организм меньше подвержен усталости. Таким образом, снижение экскреции лейцина можно отнести к позитивным результатам. Одновременно повысилась экскреция незаменимой АК изолейцина, которая препятствует вялости и сонливости, что также является благоприятным признаком и свидетельствует о достаточном поступлении изолейцина в организм ребенка с пи-

щей. Подростковый организм в период гормонального созревания и сложной перестройки всех функций и систем становится более трудоспособным, так как достаточное усвоение сахара, которое также зависит от изолейцина, повышает работоспособность школьников во время обучения, активизируя функциональную работоспособность мозга. У детей отмечалось повышение активности умственной деятельности, улучшалось настроение, отмечена активность в поведении. Не выявлено изменений в экскреции с мочой таких незаменимых АК, как триптофан, фенилаланин, валин, треонин.

В процессе исследования выявлено изменение в экскреции заменимых АК. В 3-й группе через 1 мес. после приема продукта «Формула Роста Стандарт» в моче снизилась экскреция таких АК, как серин, глутаминовая кислота, аланин, цистеин, тирозин, глицин, что может свидетельствовать об их лучшей усвояемости. Одновременно незначительно повысилась экскреция с мочой аспарагиновой кислоты, вали-

Таблица 3

Динамика ренальной экскреции незаменимых АК на фоне приема специализированного молочного продукта «Формула Роста Стандарт»

Аминокислоты незаменимые	До приема, М±m	После приема, М±m	Достоверность различий
Метионин	3,6±0,5	2,0±0,2	P ≤ 0,01
Лейцин	7,9±0,8	3,7±0,4	P ≤ 0,05
Лизин	13,4±3,4	8,1±0,9	P ≤ 0,05
Изолейцин	1,9±0,3	5,5±0,8	P ≤ 0,05
Гистидин	99,9±20,4	54,4±6,8	P ≤ 0,05

Таблица 4

Влияние приема продукта «Формула Роста Стандарт»
на экскрецию с мочой заменимых АК

Аминокислоты заменимые	До приема М±m	После приема М±m	Достоверность различий
Глицин	107,8±16,6	68,3±7,2	P ≤ 0,05
Карнозин	12,9±1,2	9,4±0,8	P ≤ 0,05
Аспарагиновая кислота	0,0±0,0	1,6±0,3	P ≤ 0,05

Таблица 5

Изменение роста и массы тела школьников с дефицитом массы тела,
в динамике на фоне приема продукта «Формула Роста Стандарт»

Показатель	До приема, М±m	После приема, М±m	Достоверность
Рост, см	155,85±1,8	161,83±2,0	P ≤ 0,01
Масса тела, см	40,5±0,9	46,3±1,67	P ≤ 0,01

на, изолейцина, аргинина. Это может свидетельствовать о достаточном поступлении АК в организм школьников (табл.4).

В результате месячного приема продукта «Формула Роста Стандарт» снизилась экскреция с мочой заменимых АК, таких как глицин и карнозин. Отмечено повышение экскреции аспарагиновой кислоты. До приема молока эта АК в моче не определялась. Этот факт может свидетельствовать о ликвидации дефицита данной АК в организме. Известно, что аспарагиновая кислота является нейромедиатором, необходима для нормальной работы головного мозга, особенно у детей в период обучения, повышенной учебной нагрузки и усвоения большого объема учебного материала. Другой особенностью аспарагиновой кислоты является ее способность повышать проницаемость клеточных мембран для ионов калия и магния. Аспарагиновая кислота как бы «протаскивает» калий и магний внутрь клетки. В результате повышается физическая выносливость и работоспособность организма. Особенно благоприятно аспарагиновая кислота воздействует на сердечную мышцу. Другие аминокислоты такой способностью не обладают.

Незаменимые АК поступают в организм только с продуктами питания. Они не синтезируются организмом, но крайне необходимы для нормальной жизнедеятельности ребенка. При не-

достатке белка в пище у ребенка появляется слабость, он становится вялым, плохо прибавляет в весе и росте, уменьшается его сопротивляемость к инфекциям [3,5]. Снижается трудоспособность, что отражается на его успеваемости.

Роль глутаминовой кислоты в организме детей - образование ферментов для восстановления работоспособности утомленных мышц и обмена веществ в мозге. Глутаминовая кислота обладает способностью связывать и обезвреживать аммиак, который является сильным ядом для нервной ткани.

На изменение усвояемости АК, безусловно, влияют минералы и витамины, содержащиеся в продукте «Формула Роста Стандарт». Введение специализированного продукта с данным составом АК в сочетании с минералами и витаминами привело к увеличению роста и массы тела, что свидетельствует об эффективности его использования у школьников (табл.5).

АК являются важными и основными продуктами в развитии организма. Для нормальной работы печени и кишечника в организме ребенка необходимы в больших количествах аланин, глутамин и метионин, т.е. АК, которые поступают из кровеносного русла в мышцы и высвобождаются из мышечной ткани. Для нормальной работы почек служат серин, аланин, глутамин, пролин и глицин. Для нормальной работы

мозга необходимы валин, фенилаланин. Достаточное количество поступающих АК в организм ребенка помогает преодолевать физические и психологические нагрузки и становится детям и подросткам стрессоустойчивыми.

Литература

1. Баканов М.И. Основные биохимические показатели крови и мочи у здоровых детей / М.И. Баканов // Физиология роста и развития детей и подростков (теоретические и клинические вопросы) / Под ред. А.А. Баранова, Л.А. Щеплягиной. – М.: Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа», 2006. – Т.2. – 464 с.

Bakanov M.I. Basic biochemical parameters of blood and urine in healthy children / M.I. Bakanov // Physiology of growth and development of children and adolescents (theoretical and clinical issues): Ed. A.A. Baranov, L.A. Scheplyagina. - M.: Publishing Group «GEOTAR-Media», 2006. - V. 2. - 464 p.

2. Баранов А.А. Проблемы подросткового возраста» (избранные главы) / А.А. Баранов, Щеплягина Л.А.; РАМН, Союз педиатров, Центр информации и обучения. – 2003. – 480 с.

Baranov A.A. The problems of adolescence (selected chapters) / A.A. Baranov, L.A. Scheplyagina; RAMS, Union of pediatricians, Center for Information and training. – 2003. – 480 p.

3. Зайчик А.Ш. Основы патохимии / А.Ш. Зайчик, Л.П. Чурилов // Патофизиология белкового обмена. – СПб.: Издательская группа «ЭЛБИ», 2000. – Гл. 5. – С.53-103.

Zaichik A.Sh. Basics of pathochemistry, Ch. 5. / A.Sh. Zaichik, L.P. Churilov // Pathophysiology of protein metabolism. - SPb., the Publishing Group «ELBI», 2000. – P.53-103.

4. Современные тенденции физического развития московских школьников / В.Р. Кучма, Л.М. Сухарева, Н.А. Скоблина [и др.] // Циркулярная медицина: влияние факторов окружающей среды на формирование здоровья человека: мат-лы междунар. науч.-практич. конф. – Архангельск, 2011. – С.180.

Kuchma V.R. Modern trends in the physical development of the Moscow schoolchildren / V.R. Kuchma, L.M. Sukhareva, N.A. Skoblina [et al.] // Circumpolar medicine: the impact of environmental factors on the formation of human health: Mat. intern. scientific-pract. conf. : Arkhangelsk, 2011. - p.180.

5. Фармакотерапия и диетология в педиатрии / Ж.Ю. Горелова, М.И. Баканов., Т.А. Летучая [и др.] // Мат-лы всеросс. науч.-практич. конф. с междунар. участием (г. Белгород, 26-27 сентября 2014г.). – Белгород: Издательский дом НИУ «БелГУ», 2014. – С.48-50.

Pharmacotherapy and Dietetics in Pediatrics / Zh.Yu. Gorelova, M.I. Bakanov, T.A. Letuchaja, N.N. Mazanova, A.N. Platz-Koldobenko: materials of All Russia scientific-practical conf. with international participation (Belgorod, September 26-27, 2014.). - Belgorod: publishing house NIU «BelGu», 2014. - P.48-50.